

# 文化庁委託事業「臭化メチル製剤の使用実態調査」報告

佐野 千絵・木川 りか・山野 勝次\*・三浦 定俊

生物被害対策としてこれまで燻蒸に使用されてきた臭化メチル製剤が、2004年末で使用できなくなる。2002年5月、技術経済評価委員会（TEAP）の下部組織である臭化メチル技術選択肢委員会が「臭化メチルの不可欠用途申請ハンドブック」（[http://www.teap.org/html/methyl\\_bromide\\_reports.html](http://www.teap.org/html/methyl_bromide_reports.html)）を公表して不可欠用途申請に関する申請書式を明らかにした<sup>1)</sup>が、この不可欠用途として認定されるには、以下の基準すべてを満たす状況になることを証明していくことが必要であり、その準備作業は膨大で長期にわたるものである。

- ア 臭化メチルが使用できないことにより、市場に重大な破壊が生じる場合
  - イ 臭化メチル以外に、技術的、経済的に実行可能な代替方法がない、環境保全及び人の健康保持の観点から使用者が利用できる代替方法がない、文化財に悪影響を与えない代替方法がない場合
  - ウ 臭化メチルの使用量及び放出量を最小限とするあらゆる技術的及び経済的に実行可能な方策がとられている場合
  - エ 代替方法を評価し、製品化し、国の承認を得るため、適切な努力が払われた証拠がある場合、並びに代替方法の開発及び普及のための調査研究が進行している証拠がある場合
- 文化庁においても文化財所有者、博物館施設の設置者等の臭化メチルを使用する者を対象に、「文化財燻蒸に係る臭化メチルの不可欠用途申請に関する調査」（締切 平成14年12月20日）を行い情報収集し、その結果を受けて国として文化的燻蒸に係わる臭化メチルの不可欠用途申請をしないとの方向をすでに明らかにした（通知、平成15年1月24日庁財第354号）。

当所は、平成14年8～9月に文化庁美術学芸課からの委託事業として、保存科学部生物科学研究室がとりまとめて標記の実態調査を実施した。この調査は、博物館等公開施設における臭化メチルの使用実態ならびに燻蒸代替技術の検討状況について把握すること、あわせて、代替技術情報および不可欠用途指定申請情報の普及を目的としたものであるが、また同時に、当所が中心となって研究開発を進めている各種代替技術について、博物館・美術館の現場がどのように評価しているかを知り、今後の研究の進展に役立てるためである。標記調査の報告書の全文は当所資料閲覧室で閲覧可能であり、しばらくの間は当所ホームページ上（<http://www.tobunken.go.jp/hozon/bunnkaty/bunkat1.html>）でも閲覧可能の予定である。

以下に、調査経緯と結果概略をまとめる。

## 1. 調査の概要

今回の調査は、臭化メチルが使えなくなることによって所有者や博物館などの施設にどの程度経済的な打撃があるかという経済的指標を含むため、調査票の設計やその集計結果の解析について、社会・経済的調査研究を業務とする株式会社三菱総合研究所に委託した（調査票の原案は当所で作成）。

アンケートの発送は、文化庁美術学芸課より情報提供のあった社団法人全国国宝重要文化財所有者連盟会員名簿（平成13年3月23日版、正会員数505）および財団法人日本博物館協会会員名簿（平成13年度版、維持会員/団体数1,213）からそれぞれ186会員、814団体を無作為抽出して行った（全回答数568件。所有者からの返送分は、このうち56件）。また、当所で平

\* 保存科学部調査員

<sup>1)</sup> 2003年秋に予定されている第15回締約国会合で不可欠用途としての認可は決定される

成 14 年度に行った「博物館・美術館等保存担当学芸員研修」および「保存担当学芸員研修修了生フォローアップ研修」参加館に対しても同じ調査票を送付し、返送のあった 68 件分を加えた結果、総計 636 件となった。

## 2. 調査結果

### 2-1. 臭化メチル使用停止問題に対する意識

回収率は所有者等では 30.1% (56 件回収 / 186 件調査)、博物館等施設では 62.9% (512 件回収 / 814 件調査) であり、予想以上に、回収率に大きな差が出た。これは、所有者等が燻蒸に直接関係する機会が少なく使用薬剤の種類を把握していない、それゆえ臭化メチルが使用できなくなることが引き起こす事態を想定できない状況を反映している可能性がある。このことから、早急に所有者等へ情報を提供することが大変重要である。

### 2-2. 有害生物による被害発生の程度

有害生物による被害発生は 25.2% (全回答数 636 館) あり、カビによる被害発生が繰り返していることが明らかになった。

文化財害虫としては、シミ、カツオブシムシ、シバンムシの報告例が多くみられた。所有者からの情報は情報数が少なく判断は難しいが、しかし被害発生率が、博物館施設に比べて著しく高い状況ではないことがわかった (表 1)。

表 1 有害生物による被害発生の有無

	有り	無し	不明	合計
全回答	160 25.2%	465 73.1%	11 1.7%	636 100.0%
所有者	19 33.9%	36 64.3%	1 1.8%	56 100.0%

### 2-3. 臭化メチルの使用状況

臭化メチルの使用状況としては、過去 3 年以内に 44.7% の館 (362 館、全回答数 636 館) で使用されていることがわかった。しかし、「これまで使用したことがなく今後も使用予定がない」館が 41.7% あり、実際には臭化メチルは特定の館で繰り返し使用されていることが明らかになった。所有者の調査結果では今後使用する予定がないとの回答が 76.8% (表 2) と高率だが、これは、これまでは貸し出しに伴って貸し出した先で燻蒸してもらっていたため使用された薬剤について知らないという状況も含まれると考えられる。また、設置主体規模の小さい館ほど施設全体を収蔵品と共に燻蒸する傾向があり、大空間燻蒸がいまだに定期的に行われて、全体の薬剤使用量を増大させていることがわかった。借り受けた資料や新規収蔵資料の受け入れ時に燻蒸していることも明らかになった。また、燻蒸に不利な季節 (今回の調査では 14℃ 以下をまとめて集計) での燻蒸も、

表 2 臭化メチル製剤の使用の有無

	過去 3 年以内に使用した	使用したことはあるが過去 3 年間は使用していない	使用したことはなく今後も使用する予定はない	不明	合計
全回答	284 44.7%	78 12.3%	265 41.7%	9 1.0%	636 100.0%
所有者	4 7.1%	6 10.7%	43 76.8%	3 5.4%	56 100.0%

過去 3 年間以内に燻蒸を行った館のうち 6% 弱 (3 年間合計、全回答件数 1,053) の施設で行われており、薬剤使用量の増加を招いているおそれがあることが明らかになった。

臭化メチルの文化財分野での推定年間使用量は、臭化メチル製剤メーカーからの報告 (出荷量) ど

おりの約60トンの使用が見込まれた。

燻蒸実施期間は4日以内との回答が73.1%（3年間合計、全回答件数1,053）であり、最短の休止期間で対応している実態が明らかになった。燻蒸点数については年間1館平均約5千点を処理しており、一方、燻蒸に伴うコストは過去3年間の総計で9億6千5百万円にのぼり、1館あたりの3年間平均は392万円（約130万円／年・館）であった。多数の文化財の生物被害対策がある程度の費用と時間で行えるという利点があることから、ガス燻蒸に依存してきた実態が明らかになった。

## 2-4. 臭化メチル使用削減・放出低減への取り組み

臭化メチル使用削減・放出低減への取り組みは、検討中（40.6%、全回答数362）、検討する予定もない（8.8%）という状態の館が多く、本格的な取り組みはまだこれからという館が多い。しかし同時に、バルーンを使用して燻蒸容積を減らすよう削減に取り組みはじめた館や、代替薬剤の殺虫効果や文化財への影響を試験し始めた館も多いことが明らかになった。特に、害虫モニタリングの実施館が増加していて、「処置」から「予防」へ確実に変化していることがわかった。

## 2-5. 代替技術の導入状況 — より一層の取り組みを

代替技術情報の収集については、「実際に効果を確認し導入を決めた」館が11.6%（全回答数362）あるのに対して、「問題があり導入できない」と判断した館も0.6%あった（表3）。実際に代替技術を導入するにあたっては、代替燻蒸剤による燻蒸を試みた館が多く、回答の半数であった（全回答数142）。これについて、忌避処理剤の使用、低酸素濃度処理、炭酸ガス処理が試験されていた。代替技術で防除した際の有害生物発生状況については、現時点で判断できないとの回答が43%（全回答数142）を占め、「発生がやや多い」「発生がきわめて多い」と回答した館があわせて6館あった。これらの館が指摘している対処できない事例は、以下の通りである。

- ・カビの防除
- ・殺卵効果
- ・文化財材質への影響
- ・大きな木材の処置
- ・突発的かつ深刻な被害発生時

表3 代替技術に係る情報収集及び効果検討の状況

	実際に効果を確認し導入を決めた	実際に効果確認の検討を実施したが問題があり現在検討中	実際に効果確認の検討を実施したが問題があり導入できないと判断	現在検討中で結果がまだ出ていない	情報は集めたがまだ実際に検討していない	特段何も調査・検討していない	その他	不明	合計
全回答	42 11.6%	16 4.4%	2 0.6%	82 22.7%	151 41.7%	50 13.8%	10 2.8%	9 2.5%	362 100%
所有者	- -	1 10.0%	- -	- -	4 40.0%	4 40.0%	- -	1 10.0%	10 100%

代替技術導入へ転換を始めた要因としては、「地球環境に害を及ぼす薬剤を使い続けることは良くない」との視点で、ついで「臭化メチルと同等の効果が得られそうだから」との理由であった。代替技術導入に対する課題としては卓越した回答が見られず、いずれの館もまだ検討段階で実感がなく、おそれと不安を抱えている状況にあることがわかった。これまでは、臭化メチルの使用量を段階的に削減されながらも、まだまだ使えたために代替技術導入への検討が遅れた実情がうかがえる。

## 2-6. 代替技術導入のためのコスト試算

代替技術の導入コスト・ランニングコストについては、試算できるほどの回答数が得られなかった。コスト記入件数46件の平均値は、導入コストは1館あたり270万円、またランニングコストは年間1館あたり130万円であった。

## 2-7. 臭化メチルの不可欠用途申請

臭化メチルの不可欠用途申請

については、「内容を知らない」・「全く知らない」の回答があわせて79.6%（全回答数362）にのぼった（表4）。所有者等については、代替技術に関わる情報収集そのものが遅れており、不可欠用途申請について「全く知らない」との回答が目立った。当所では、情報普及のため、今回の調査票の添付資料として、申請のスケジュールや書類に書き込む内容の説明などを配布した。

表4 臭化メチルの不可欠用途申請の認識状況

	スケジュール及び申請に必要な事項を知っている	語句は知っているがスケジュールや申請に必要な事項は知らない	全く知らない	不明	合計
全回答	53 14.6%	149 41.2%	139 38.4%	21 5.8%	362 100.0%
所有者	-	3 30.0%	7 70.0%	-	10 100.0%

## 2-8. 自由記述欄から

自由記述欄には、代替技術情報に関して情報集約・発信拠点の設置について国等への要望が強くあらわれていた。また臭化メチル製剤使用停止については、我が国の文化財の置かれた状況を勘案して期限付きでも継続使用を要望する意見と、地球環境保全の視点から廃止もやむなしとの意見があった。

## 3. 不可欠用途申請についての当所の考え方

臭化メチル製剤による燻蒸を過去3年以内に行った362館のうち、142館（43.6%）で代替技術導入の試みが行われており、42館で効果を確認してすでに代替技術導入が進んでいる。その一方、効果を確認して問題があると判断した館も2館あるが、その指摘した問題を見ると、技術面としては代替技術で十分対応可能な事例も多いと当所では考えている。例えば、カビの防除に対してエキボン（商品名、臭化メチルと酸化エチレンの混合製剤）が大変有効であったために起こった誤解であるが、今回全廃の対象となっている臭化メチルは主に殺虫の役割を担当している薬剤で、カビへの効力はほとんどない。殺卵効果については、代替薬剤のフッ化サル

フリルでも薬剤量を増やすと対応できるという報告もある。文化財材質への影響については、当所で精力的に研究を推進しているが、臭化メチルでも青焼き凶面や写真フィルムが燻蒸できなかったのと同様に、燻蒸対象文化財にあわせて薬剤を選んでいくことが元来必要である点に変化はない。

大きな木材への処置は、いかに効率的に燻蒸薬剤を浸透させるかが問題で、本当に効力に問題があるかどうか一層の検討が必要であり、被害木材で実際に検討していく必要がある。殺虫目的ならば、浸透性の良いフッ化サルフリルでも対応でき、実際にアメリカでも低温処置・二酸化炭素処置も難しい大型木製品は、フッ化サルフリルで処理しているとの報告もある。

以上のことから、アンケートで上がってきた対応が難しい被害に対しても、ほとんど代替技術で対応できると当所では考えている。また突発的かつ深刻な被害発生が起きないように、モニタリングによる監視が重要である。確実に代替技術で殺虫できるよう、技術向上のための訓練が必要である。

経済的な面からは、回答数が少ないものの代替技術導入への導入コストおよびランニングコストは1館あたりそれぞれ270万円、130万円/年と見積もられた。しかし、現在の燻蒸費用が1館あたり130万円/年であることに比べて、この増額はそれほど大きいとは判断されにくい。国際的にみても、文化財分野における「市場の破壊」、すなわち展覧会・保存業務ができなくなるほどのダメージとは判断されないであろう。今後は不足分の導入コストをいかに一時的に補填するか、また委託や役務扱いであった燻蒸作業から設備備品・消耗品などへ予算項目を付け加える必要があるなどの会計上の問題をいかに対処するかであろう。

#### 4. 代替技術の普及に向けて

『代替技術の導入当初は、代替技術で施工できる業者が限られる、あるいは燻蒸業者により提供しうる代替技術に限られる等により、現状よりもコストが高くなる事態も想定されるが、代替技術の普及によりコストの低減が図られていくものと考えられる。上記低コスト化を推進する上でも、代替技術の先行導入事例をベースに、導入技術の種類、施工方法、資料等への影響等の情報を関係者で共有する仕組みを構築することが必要である。』（三菱総研のコメント）このような情報共有化の取り組みを通して、代替技術の評価は定まり、実際に代替技術を展開したときの問題点を集約できるであろう。

現段階では、博物館美術館等団体や所有者において、代替技術の導入状況またその検討状況に相当のばらつきがあった。現時点で臭化メチル製剤の使用量削減の処置を特段に講じていない館が49.4%ある以上、代替技術導入までにさまざまな混乱が起こることが予想され、その衝撃を少しでも低減するためのアクションを起こさなければならない状況にある。特に個人所有者は、この調査結果から、文化財公開施設などの団体に比べて、臭化メチルの使用が規制されるという基本情報も含めて情報の周知の程度が低く、使用停止後の準備が著しく遅れていることが明らかになった。

情報集約・発信を国等の主導で積極的に行ってほしいとの要望の多いことがこの調査で明らかになった。より効率的な情報普及のため、今後は、文化財公開施設のみならず所有者等も含めて、共通の情報流通の枠組み構築を目指していかなければならない。

カビによる文化財への被害は我が国では繰り返し起こっており、今後はさらに集中的にカビ防除の研究推進が必要であることが、このアンケート調査でも明らかになった。当所でも、実際の汚染状況の把握と評価法、室内空間の制御研究のために、文部科学省科学研究費補助金「室内空間におけるカビ等真菌類汚染の調査と地球環境に配慮した殺菌殺黴法に関する基礎研究」

(研究代表者 佐野千絵, 平成 13-15 年度) を得て, 薬剤に頼らないカビ被害低減のための研究を進めている。

IPMの基本は, 有害生物の個体数を低減して被害のない状態に管理することであり, 被害があったときに多数の代替技術の中からもっとも適した代替技術を選択できるよう, より多くの代替技術についてあらかじめ経験して施行技術を向上させるとともに, 殺虫技術として適しているか, 経費面で導入可能かなど, 急ぎ検討が必要である。

## 謝 辞

アンケートにご回答いただいた回答者のみなさまに, 心より感謝いたします。

## 参考文献

### 〈IPMシステムの構築〉

- ・長谷川孝徳, 風土に応じた虫菌害対策について, 石川県立歴史博物館紀要, 12 号, 1999. 3
- ・長屋菜津子, 愛知県美術館の虫菌害対策, 愛知県美術館研究紀要, 6 号, 2000. 3
- ・山野勝次, 文化財害虫の防除対策—虫害ゼロを目指して独自の総合的害虫管理システムの確立を—, 文化財の虫菌害, 40 号, 2000. 12
- ・佐野千絵・木川りか・山野勝次・三浦定俊, 文化財の生物被害防止のための日常管理について, 月刊文化財, 4 月号, 2002. 4
- ・CCI(Canadian Conservation Institute), Framework for Preservation of Museum collections. 1994
- ・Pinniger, D. and Winsor, P. Integrated Pest Management Practical, Safe and Cost-effective Advice on the Prevention and Control of pests in Museums, Museums & Galleries Commission. 1998
- ・Pinniger, D. Pest Management in Museums, Archives and Historic Houses, Archetype. 2001
- ・Strang, T.J.K. Preventing Infestations: Control Strategies and Detection Methods, CCI Notes3/1. 1996
- ・Strang, T.J.K. Detecting Infestations: Facility Inspection Procedure and Checklist, CCI Notes3/2. 1996

### 〈代替技術の検討〉

- ・木川りか・宮澤淑子・小泉雅子・佐野千絵・三浦定俊・後出秀聡・木村広・富田文四郎, 各種防虫剤, 防黴剤, 燻蒸剤等の顔料・金属に及ぼす影響, 文化財保存修復学会誌, 43 号, 1999. 3
- ・木川りか・山野勝次・三浦定俊・前川信, 窒素等不活性ガスによる文化財殺虫処理装置の試作と処理例, 保存科学, 38 号, 1999. 3
- ・木川りか・永山あい・山野勝次, 低酸素濃度殺虫法—処理温度と殺虫効果の検討, 保存科学, 38 号, 1999. 3
- ・木川りか・宮澤淑子・山野勝次・三浦定俊・後出秀聡・木村広・富田文四郎, 低酸素濃度および二酸化炭素による殺虫法—日本の文化財害虫についての実用的処理条件の策定—, 文化財保存修復学会誌, 45 号, 2001. 3
- ・山野勝次・木川りか・三浦定俊, 東大寺法華堂・戒壇堂におけるアナバチ類の被害とピレスロイド樹脂蒸散剤による防除対策, 文化財保存修復学会誌, 45 号, 2001. 3
- ・石崎武志・木川りか・松島朝秀, 文化財害虫の低温処理に関する研究—紙資料について—保存科学, 41 号, 2002. 3
- ・日高真吾・伊達仁美・後出秀聡・木村広・木川りか・三浦定俊, 民俗資料等の二酸化炭素による殺虫処理の実例, 文化財保存修復学会誌, 46 号, 2002. 3

### 〈情報普及〉

- ・三浦定俊, 臭化メチルの使用規制について, 文化財の虫菌害, 38 号, 1999. 12

- ・木川りか・三浦定俊・山野勝次, 文化財の生物被害対策の現状－臭化メチル燻蒸の代替対応策について－, 文化財保存修復学会誌, 44号, 2000.3
- ・木川りか, 臭化メチル殺虫燻蒸に代わる方法は?, 『考古学と化学をむすぶ』馬淵・富永編, 第11章文化財保存とオゾン層破壊, 2000.7
- ・木川りか・山野勝次・三浦定俊, 今後の文化財の虫害対策, 文化財の虫菌害, 40号, 2000.12
- ・木川りか, 臭化メチル代替法をめぐる新しい保存技術, 記録と史料, 11号, 2001.3

#### 〈その他, 成書等〉

- ・Rika KIGAWA ed.,  
Integrated Pest Management in Asia for Meeting the Montreal Protocol- Proceedings of 23rd International Symposium on The Conservatin and restoration of Cultural Property-, Tokyo National Research Institute of Cultural Properties, 2001.3
- ・独立行政法人文化財研究所東京文化財研究所編, 『文化財害虫事典』, クバプロ, 2001.12
- ・財団法人文化財虫害研究所編, 『文化財の虫菌害と防除の基礎知識』, 財団法人文化財虫害研究所, 2002.12

キーワード: 害虫駆除 (pest eradication); アンケート (questionnaire); 臭化メチル使用量 (total amount of methyl bromide expense in Japan); 代替技術 (alternative methods); 文化的燻蒸 (fumigation for conserving heritage)

# Report: "Survey on the Circumstances Surrounding the Use of Methyl Bromide Reagents for the Fumigation of Cultural Heritage in Japan," Financed by Bunkacho, the Agency for Cultural Affairs

Chie SANO, Rika KIGAWA, Katsuji YAMANO and Sadatoshi MIURA

In order to know how much actual amount of methyl bromide has been used and to analyze what owners of cultural properties think about alternative methods for the fumigation of cultural property, a heading survey was planned and performed at 1000 museums/owners, including 180 private owners, which were randomly selected from the members of the Japanese Council of Museums. A questionnaire was mailed to each museum/owner in August and 636 responses were analyzed.

As a result, 25% of the respondents said they were annoyed by some pests (harmful insects and molds) within the last three years and, to make matters worth, 4% of the respondents said they suffered pest attacks once a year. Of the respondents, 45% have had an experience of using methyl bromide reagents for fumigation within the last three years and the total amount of methyl bromide expense by Japanese museums was estimated to be up to 60 tons a year through our survey. Of the respondents, 18% still performed annual fumigation to large space containing many collections. That 22% of the respondents had not made any effort until now to lessen the amount of methyl bromide used is a matter of concern. However, 22% of the respondents have tried some alternatives, and we found that only a few respondents (3%) worried about the effectiveness of the alternatives.

Through this survey, it was made clear that it is most important to establish an effective way of transmitting information to the owners concerned.